



PCT/DK 00/00455  
10/049819  
00/DK 11 SEP 2000

REC'D 19 SEP 2000

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

DK 00/00455

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

4

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

06 DEC. 1999

Fait à Paris, le

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE  
SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersbourg  
75000 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30









## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI

DATE DE REMISE DES PIÈCES **19 AOUT 1999**  
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL **9910627**  
DÉPARTEMENT DE DÉPÔT **31 INPI TOULOUSE**  
DATE DE DÉPÔT **19 AOUT 1999**

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  
**Cabinet BARRE LAFORGUE & Associés**  
**95, rue des Amidonniers**  
**31000 TOULOUSE**

## 2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention ☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité ☐ transformation d'une demande de brevet européen

☐ demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ différé ☒ immédiat

n° du pouvoir permanent références du correspondant téléphone

**DU1461-BF8181K1 05 61 21 08 67**

☐ certificat d'utilité n°

date

## Établissement du rapport de recherche

☐ différé

☒ immédiat

Le demandeur, personne physique, reçoit le paiement échelonné de la redevance

☐ oui

☐ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

**PROCÉDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE QUALITATIVE OBJECTIVE DES MOÛTS DE RAISINS ET/OU DES VINS PAR SPECTROMÉTRIE INFRAROUGE LARGE BANDE.**

## 3 DEMANDEUR (S) n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

**DUBERNET Marc**

Forme juridique

Nationalité (s) **Française**

Adresse (s) complète (s)

Pays

**9, Quai d'Alsace**  
**11100 NARBONNE**

**FRANCE**

En cas d'insuffisance de place, poursuivre sur papier libre ☐

## 4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

☒ oui

☐ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

## 5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

☐ requise pour la 1ère fois

☐ requise antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

## 6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

## 7 DIVISIONS antérieures à la présente demande n°

date

n°

date

## 8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire)

**CABINET**

**BARRE LAFORGUE**

**Le Mandataires & associés**

SIGNATURE DU DÉPOSANT À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

**PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE EN FRANCE ET À L'ÉTRANGER**

**95, rue des amidonniers 31000 TOULOUSE**

**Christian LASSAILLE CPI n° 92.1137**







PROCEDE ET DISPOSITIF D'ANALYSE QUALITATIVE OBJECTIVE DES  
MOÛTS DE RAISINS ET/OU DES VINS PAR SPECTROMETRIE  
INFRAROUGE LARGE BANDE

5 L'invention concerne un procédé et un dispositif d'analyse qualitative objective par spectrométrie infrarouge large bande des moûts de raisins destinés à la vinification et/ou des vins, collectivement désignés dans tout le texte par l'expression "compositions de vinification".

On cherche depuis longtemps à permettre une évaluation  
10 qualitative objective et rapide des moûts de raisins destinés à la vinification. Une telle évaluation permettrait en effet de déterminer objectivement le prix d'une vendange selon sa qualité. En outre, il serait possible de mieux sélectionner les  
moûts selon les qualités des vins recherchés, et d'appliquer ultérieurement des technologies de vinification mieux adaptées à la qualité des moûts. Pour être  
15 efficace, cette analyse objective doit pouvoir être effectuée sur des moûts bruts, très rapidement (environ 1 à 2 minutes au maximum), sur les sites de vinification (et non uniquement en laboratoire).

Jusqu'à maintenant, les moûts sont évalués de façon grossière, essentiellement par mesure de la teneur en sucres par réfractométrie ou  
20 densimétrie. Dans de rares cas, cette mesure est complétée par une mesure de l'acidité totale et du pH par des méthodes de titrage chimique traditionnelles. Une évaluation semi-quantitative subjective de la présence de laccase (enzyme sécrétée par *Botrytis cinerea*, parasite du raisin) est parfois réalisée. Néanmoins cette enzyme étant elle-même détruite par les produits des réactions qu'elle  
25 catalyse, son dosage n'est en fait pas pertinent.

Le même problème se pose pour l'analyse qualitative objective des vins qui permettrait d'en déterminer la valeur et les qualités de façon objective.

Il a été proposé de déterminer le titre alcoométrique des  
30 vins à l'aide d'un spectrophotomètre dans le proche infrarouge pour 19 longueurs d'ondes distinctes ("l'infraalyzer 400 : une détermination automatique du titre alcoométrique des vins" CABANIS et al, Rev. Franç. Oenol. 89, 75-79, 1983).



Néanmoins, l'utilisation d'un tel appareil est longue et complexe, ne fournit des résultats que pour la mesure de l'éthanol et des sucres réducteurs, mais ne permet pas une analyse objective complète de la qualité des moûts et/ou des vins.

- Depuis plus de 20 ans, diverses autres méthodes
- 5 analytiques théoriques des moûts de raisins et/ou des vins ont été décrites, mais aucune d'elle n'a pu faire l'objet d'une exploitation pratique. Elles sont beaucoup trop complexes à mettre en œuvre et/ou ne fournissent pas des résultats objectifs, complets et reproductibles.

- L'invention vise donc à pallier ces problèmes en proposant
- 10 un procédé et un dispositif permettant de fournir une analyse qualitative objective des moûts de raisins et/ou des vins, et pouvant être mis en œuvre hors d'un laboratoire - notamment sur un site de vinification.

---

L'invention vise donc à permettre d'obtenir cette analyse rapidement - notamment en une durée maximum de 1 à 2 minutes -.

- 15 L'invention vise aussi à permettre d'obtenir cette analyse de façon simple, automatique, sans qu'il soit nécessaire de réaliser des préparations chimiques, des manipulations ou des réglages, en une seule étape d'analyse se déroulant automatiquement.

- L'invention vise aussi à permettre l'obtention d'analyses
- 20 fiables et complètes permettant d'apprécier de façon objective la qualité d'un vin et/ou d'un moût et/ou de la récolte dont un moût est issu, de façon notamment à permettre la détermination objective de son prix et à faciliter la définition des mesures ultérieures à prendre pour la vinification et/ou la conservation et/ou la commercialisation.

- 25 Pour ce faire, l'invention concerne un procédé d'analyse qualitative objective des compositions liquides de vinification, caractérisé en ce que :

- on réalise au préalable une étape de configuration et de calibration lors de laquelle :
- 30 . on choisit un groupe de paramètres caractéristiques susceptibles de caractériser la qualité d'une composition de vinification à analyser, et comprenant les concentrations dans la composition de



Avantageusement et selon l'invention, les critères spectroscopiques comprennent pour chaque paramètre caractéristique, pour une sélection d'un nombre entier N de bandes spectrales  $\sigma_i$  de longueurs d'ondes prédéterminées, la valeur de la densité spectrale de luminescence Li dudit spectre continu, et on calcule une valeur  $V_p$  du paramètre caractéristique selon la formule :

$$V_p = B_o + \sum_{i=1}^N K_i Li$$

où  $B_o$  et  $K_i$  sont des coefficients prédéterminés. Avantageusement et selon l'invention, N est compris entre 5 et 30 - notamment de l'ordre de 15 -.

Avantageusement et selon l'invention, le groupe de paramètres caractéristiques comprend en outre le titre alcoométrique volumique ; la teneur totale en sucres ; l'acidité totale ; le pH ; la concentration en acide acétique ; la concentration en acide malique ; la concentration en acide tartrique ; la concentration en acide lactique ; la teneur en composés phénoliques. Ainsi, on détermine et on enregistre des valeurs d'étalonnage pour ces paramètres caractéristiques que l'on évalue par calcul pour chaque composition de vinification à analyser. Ces paramètres caractéristiques peuvent donc aussi être utilisés et évalués pour déterminer un ou plusieurs indices de qualité.

L'invention s'étend aussi à un dispositif de mise en œuvre d'un procédé selon l'invention.

L'invention concerne donc un dispositif d'analyse qualitative objective des compositions liquides de vinification, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de mémorisation dans lesquels sont enregistrées des valeurs d'étalonnage de critères spectroscopiques pour un groupe de paramètres caractéristiques susceptibles de caractériser la qualité d'une composition de vinification à analyser, ce groupe comprenant les concentrations dans la composition de vinification de composés caractéristiques choisis parmi au moins un composé formé par *Botrytis cinerea*, au moins un composé formé par les levures, au moins un composé formé par les bactéries acétiques, et au moins un composé formé par les bactéries lactiques, lesdits critères spectroscopiques étant choisis pour chaque paramètre caractéristique pour



permettre d'évaluer le paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans l'infrarouge pouvant être réalisé sur un échantillon de cette composition de vinification,

- des moyens d'analyse spectroscopique aptes à
- 5 recueillir un échantillon de composition de vinification et à réaliser un spectre continu d'absorption dans l'infrarouge de cet échantillon,
- des moyens de calcul adaptés pour appliquer les critères spectroscopiques de chaque paramètre caractéristique audit spectre continu et pour évaluer par calcul automatique la valeur de ce paramètre
- 10 caractéristique dans la composition de vinification.

Avantageusement et selon l'invention, le groupe de paramètres caractéristiques comprend la concentration de chacun des composés caractéristiques appartenant au groupe formé de l'acide gluconique, de l'éthanal, de l'acétate d'éthyle, de l'arabitol, du mannitol, du sorbitol, du 2,3 - butanediol, du

---

15 méthyl - 3 butanol - 1, du glycérol, du mésoinositol, et de l'acétate d'isoamyle. Des valeurs d'étalonnage de ces concentrations sont donc enregistrées dans les moyens de mémorisation, et les moyens de calcul sont adaptés pour évaluer la valeur de ces paramètres caractéristiques.

Avantageusement et selon l'invention, les critères de

20 sélection sont choisis pour chaque paramètre caractéristique pour permettre d'évaluer le paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans le proche et le moyen infrarouge, et les moyens d'analyse spectroscopique sont adaptés pour réaliser des spectres continus d'absorption dans le proche et le moyen infrarouge. Avantageusement et

25 selon l'invention, les moyens d'analyse spectroscopique comprennent un spectromètre interférométrique par transformée de Fourier.

Avantageusement et selon l'invention, les moyens de calcul sont adaptés pour calculer automatiquement au moins un indice de qualité objectif de la composition de vinification selon une fonction de ladite valeur

30 évaluée d'au moins un paramètre caractéristique pour la composition de vinification à analyser. Avantageusement et selon l'invention, la fonction est une fonction polynomiale.



Avantageusement et selon l'invention, les moyens de calcul sont adaptés pour calculer :

- un premier indice de qualité représentatif de l'attaque de la récolte par *Botrytis cinerea*, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide gluconique, en mannitol et en sorbitol évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- un deuxième indice de qualité représentatif de l'attaque par les levures, au moins en fonction de la valeur des concentrations en éthanal, en acétate d'éthyle, en arabitol, en 2,3 - butanediol, en méthyl - 3 butanol - 1, en glycérol, et en acétate d'isoamyle évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- un troisième indice de qualité représentatif de l'attaque par les bactéries acétiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide acétique, en acétate d'éthyle et en 2, 3 - butanediol évaluées à partir du spectre continu obtenu par application des critères spectroscopiques,
- un quatrième indice de qualité représentatif de l'attaque par les bactéries lactiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide lactique, en mannitol et en 2,3 - butanediol, évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques
- et un cinquième indice de qualité représentatif de la fermentescibilité, au moins en fonction de la valeur de la concentration en mésoinositol.

Avantageusement et selon l'invention, les moyens de calcul sont adaptés pour évaluer chaque paramètre caractéristique et calculer chaque indice de qualité par calcul informatique immédiatement après la réalisation du spectre continu par les moyens d'analyse spectroscopique, et pour délivrer les résultats de ces calculs à des moyens de lecture par un utilisateur. Avantageusement et selon l'invention, les moyens de lecture comprennent des moyens d'impression d'un rapport de résultats.

Avantageusement, un dispositif selon l'invention est caractérisé en ce que pour chaque paramètre caractéristique, les valeurs d'étalonnage comprennent un nombre entier N de bandes spectrales  $\sigma_i$  de



longueurs d'ondes prédéterminées, et des coefficients  $K_i$  et  $B_0$ , et en ce que les moyens de calcul sont adaptés pour calculer une valeur  $V_p$  du paramètre caractéristique à partir des valeurs de densité spectrale de luminescence  $L_i$  dudit spectre continu obtenues pour les  $N$  bandes spectrales  $\sigma_i$ , selon la formule :

$$V_p = B_0 + \sum_{i=1}^N K_i L_i$$

Avantageusement et selon l'invention,  $N$  est compris entre 5 et 30, notamment de l'ordre de 15.

Avantageusement et selon l'invention, le groupe de paramètres caractéristiques comprend en outre le titre alcoométrique volumique ;  
 10 la teneur totale en sucres ; l'acidité totale ; le pH ; la concentration en acide acétique ; la concentration en acide malique ; la concentration en acide tartrique ;  
 la concentration en acide lactique ; la teneur en composés phénoliques. Des  
 valeurs d'étalonnage de ces concentrations sont donc enregistrées dans les  
 moyens de mémorisation, et les moyens de calcul sont adaptés pour évaluer la  
 15 valeur de ces paramètres caractéristiques.

L'invention concerne aussi un procédé et un dispositif caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

Dans un procédé selon l'invention, l'étape préalable de  
 20 configuration et de calibration est réalisée une fois pour toutes, par exemple en usine lors de la fabrication du dispositif selon l'invention. Ensuite, l'analyse de chaque composition de vinification est obtenue en une seule étape automatique, simple et rapide.

L'invention permet ainsi d'obtenir de façon simple, rapide,  
 25 fiable, objective et automatique un analyse d'une composition de vinification. Il est à noter en particulier que les inventeurs ont déterminé que parmi la multitude des différents composés rentrant dans la composition des compositions de vinification, les paramètres caractéristiques choisis dans un procédé selon l'invention sont spécifiques d'un indice de qualité, et peuvent être dosés en  
 30 pratique par spectroscopie infrarouge à partir d'un spectre continu de façon significative et pertinente, notamment par spectrométrie interférométrique par transformée de Fourier.



L'inventeur a aussi déterminé que cette technologie, bien qu'a priori considérée comme l'une des plus complexes dans le domaine de la spectroscopie, notamment parce qu'elle nécessite normalement la réalisation d'étalonnages, de réglages et calculs lourds et complexes, peut en fait fournir des résultats rapides et précis lorsqu'elle est appliquée à une composition de vinification. En particulier, bien qu'a priori beaucoup plus lourde et complexe que l'utilisation du spectrophotomètre à 19 longueurs d'ondes distinctes antérieurement proposée, il s'avère que l'invention permet au contraire après configuration et calibration de fournir une analyse complète objective fiable et rapide. L'inventeur a en outre déterminé qu'il est possible de fournir directement les résultats sous forme synthétisée et simplifiée en quelques indices de qualité facilement interprétés par les professionnels de la vinification.

---

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture des exemples de la description qui suit qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 2 est un organigramme schématique d'un procédé selon l'invention.

La figure 1 représente un dispositif selon l'invention, comprenant une aiguille 1 de prélèvement d'un échantillon de composition liquide de vinification dont on souhaite réaliser une analyse qualitative objective. Cette aiguille de prélèvement 1 est reliée à des moyens de filtrage 2 et à des moyens de pompage 3 d'une quantité prédéterminée de composition liquide de vinification formant l'échantillon à analyser, permettant d'alimenter cet échantillon dans une cellule 4 d'analyse spectroscopique. Les moyens 3 de pompage sont motorisés et commandés de façon automatique pour prélever la quantité prédéterminée de composition liquide de vinification et la maintenir dans la cellule 4 pendant une durée adaptée pour permettre la réalisation d'un spectre continu d'absorption dans l'infrarouge de l'échantillon présent dans la cellule 4. Ces moyens 3 de pompage peuvent être réalisés de toute façon connue à partir d'un automate de commande, d'un ou plusieurs moteurs électriques et de



pompes, notamment de pompes péristaltiques. Une pompe peut être prévue à l'amont de la cellule 4 pour introduire l'échantillon dans cette cellule 4, et une autre pompe peut être prévue à l'aval de la cellule 4 pour évacuer l'échantillon après analyse hors de la cellule 4 vers une sortie de décharge 5, comme représenté sur la figure 1.

Le dispositif selon l'invention, comprend également un spectromètre interférométrique par transformée de Fourier 6 adapté pour réaliser un spectre continu d'absorption dans l'infrarouge – notamment dans le proche ou le moyen infrarouge c'est-à-dire pour des longueurs d'ondes comprises 800 nm et 15 000 nm – de l'échantillon présent dans la cellule 4. Un tel spectromètre interférométrique par transformée de Fourier fournissant un spectre continu dans le proche ou le moyen infrarouge est connu en lui-même. On peut notamment citer le spectromètre FT 120 commercialisé par la société FOSS FRANCE SA (Nanterre, France). Un tel interféromètre est de fonctionnement entièrement automatique et incorpore des moyens de calcul par transformation de Fourier du spectre continu à partir de l'interférogramme réalisé, et des logiciels d'exploitation des données. En outre, ces moyens de calcul sont adaptés pour fournir les résultats du spectre continu sous forme de données numériques qui peuvent être directement adressées à des moyens 7 de calcul informatique à microprocesseur du dispositif selon l'invention.

Ces moyens 7 de calcul informatique sont adaptés et programmés de façon à effectuer les différents calculs d'un procédé selon l'invention. Une mémoire de masse 8 tel qu'un disque dur et/ou un lecteur de disques ou de disquettes, est associée aux moyens 7 de calcul informatique qui comprennent, par ailleurs, l'ensemble des composants électroniques et des différents périphériques traditionnels nécessaires à leur fonctionnement, qui ne sont pas représentés sur la figure 1.

Dans la mémoire de masse 8, sont enregistrées des valeurs d'étalonnage de critères spectroscopiques pour un groupe de paramètres caractéristiques susceptibles de caractériser la qualité d'une composition de vinification à analyser, ce groupe comprenant la concentration dans la composition de vinification de composés caractéristiques choisis parmi au moins



un composé formé par *Botrytis cinerea*, au moins un composé formé par les levures, au moins un composé formé par les bactéries acétiques, et au moins un composé formé par les bactéries lactiques, lesdits critères spectroscopiques étant choisis pour chaque paramètre caractéristique pour permettre d'évaluer le

5 paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans l'infrarouge pouvant être réalisé sur un échantillon de cette composition de vinification.

En outre, les moyens 7 de calcul informatique sont adaptés pour appliquer chaque critère spectroscopique de chaque paramètre

10 paramètre caractéristique au spectre continu élaboré par le spectromètre interférométrique 6, et pour évaluer par calcul automatique la valeur du paramètre caractéristique dans la composition de vinification placée dans la cellule 4.

---

En particulier, pour chaque paramètre caractéristique, les valeurs d'étalonnage mémorisées dans la mémoire de masse 8 comprennent des

15 coefficients  $K_i$  à appliquer sur les valeurs de densité spectrale de luminescence  $L_i$  du spectre continu obtenues pour différentes bandes spectrales  $\sigma_i$  de longueurs d'ondes prédéterminées. Et les moyens 7 de calcul informatique, calculent la valeur  $V_p$  du paramètre caractéristique selon la formule :  $V_p = B_0 + \sum_{i=1}^N K_i L_i$ , où  $N$  est le nombre entier de bandes spectrales  $\sigma_i$  retenu, qui est avantageusement

20 compris entre 5 et 30 - notamment de l'ordre de 15 -.

Les différentes valeurs d'étalonnage sont établies pour chaque paramètre caractéristique à partir d'une analyse statistique d'un grand nombre de compositions de vinification étalons connues dans lesquelles la valeur réelle du paramètre caractéristique est connue, par exemple préalablement

25 déterminée par ajouts dosés ou mesure physico-chimique en laboratoire. La corrélation statistique entre les spectres continus obtenus pour les différentes compositions de vinification et les valeurs réelles connues de chaque paramètre caractéristique permettant de déterminer les différents coefficients  $K_i$  peut être effectuée à partir d'un calcul statistique effectué à l'aide d'un logiciel de calcul

30 statistique connu, notamment un logiciel de statistique spectroscopique tel que commercialisé par la société FOSS FRANCE SA (Nanterre, France).



Il est à noter que l'inventeur a déterminé qu'à partir d'un certain nombre de compositions de vinification étalons issus des principaux cépages (notamment Chardonnay, Cabernet, Sauvignon, Merlot, Carignan, Syrah...), et avec différentes qualités sanitaires et de maturité, on arrive à obtenir  
 5 un étalonnage quasiment universel apte à permettre l'évaluation des paramètres caractéristiques pour toute composition de vinification avec une bonne fiabilité.

Mais, le choix, le nombre et les caractéristiques (origine, cépages, méthodes de vinification...) des compositions de vinifications étalons peuvent aussi être adaptés, selon les mêmes caractéristiques (origine, cépages,  
 10 méthodes de vinification...) des compositions de vinification à analyser pour optimiser l'étalonnage. Par exemple, il est possible de compléter l'étalonnage initial à l'aide des compositions de vinification étalons provenant d'une même région viticole que celle des compositions de vinification à analyser.

Les moyens 7 de calcul sont adaptés pour calculer  
 15 automatiquement également au moins un indice de qualité objective de la composition de vinification selon une fonction de la valeur d'au moins un paramètre caractéristique. Plus particulièrement selon l'invention, les moyens 7 de calcul sont adaptés pour calculer :

- un premier indice de qualité  $Q_1$  représentatif de l'attaque  
 20 de la récolte par *Botrytis cinerea*, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide gluconique, en mannitol et en sorbitol évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,

- un deuxième indice de qualité  $Q_2$  représentatif de  
 l'attaque par les levures, au moins en fonction de la valeur des concentrations en  
 25 éthanal, en acétate d'éthyle, en arabitol, en 2,3 - butanediol, en méthyl - 3 butanol - 1, en glycérol, et en acétate d'isoamyle évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,

- un troisième indice de qualité  $Q_3$  représentatif de  
 l'attaque par les bactéries acétiques, au moins en fonction de la valeur des  
 30 concentrations en acide acétique, en acétate d'éthyle, et en 2,3 - butanediol évaluées à partir du spectre continu obtenu par application des critères spectroscopiques,



- un quatrième indice de qualité  $Q_4$  représentatif de l'attaque par les bactéries lactiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide lactique, en mannitol, et en 2,3 - butanediol, évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- 5 - et un cinquième indice de qualité  $Q_5$  représentatif de la fermentescibilité, au moins en fonction de la valeur de la concentration en mésoinositol.

Plus particulièrement, chaque indice de qualité  $Q_j$  est calculé comme une fonction polynomiale des différents paramètres caractéristiques. En outre un ou plusieurs autre(s) indice(s) de qualité générale  
10 peut (peuvent) être élaboré(s) à partir du titre alcoométrique volumique, de la teneur totale en sucres, de l'acide totale, du pH, de la concentration en acide malique et en acide tartrique, et de la teneur en composés phénoliques.

Les moyens 7 de calcul sont avantageusement adaptés pour  
15 évaluer chaque paramètre caractéristique et pour calculer automatiquement chaque indice de qualité  $Q_j$  par calcul informatique et ce, immédiatement après la réalisation du spectre continu par le spectromètre interférométrique 6.

Le choix des différents indices de qualité  $Q_j$  et leur formule de calcul à partir des valeurs des paramètres caractéristiques peut varier dans une  
20 certaine mesure selon la nature de la composition de vinification (moût et/ou vin), ou selon les caractéristiques (origine, cépages, méthodes de vinification...) des compositions de vinification à analyser.

Néanmoins, les inventeurs ont déterminé qu'en pratique, des valeurs d'étalonnage pertinentes des différents paramètres caractéristiques  
25 mentionnés ci-dessus peuvent être définies avec un nombre entier N de longueurs d'ondes compris entre 5 et 30 - notamment de l'ordre de 15 - permettant de calculer les mêmes indices de qualité  $Q_j$  avec les mêmes formules de calcul qui restent valables pour la majorité des moûts et des vins pouvant être rencontrés.

En pratique, le caractère général du calcul dépend du  
30 nombre des échantillons de compositions de vinification qui ont été utilisés pour élaborer par voie statistique les valeurs d'étalonnage, et de la finesse des critères spectroscopiques utilisés, c'est-à-dire notamment du nombre de longueurs



d'ondes utilisé pour chaque paramètre. Ce nombre de longueurs d'ondes  $N$  peut varier d'un paramètre à l'autre, ou, au contraire, être le même pour tous les paramètres caractéristiques. Plus il est élevé, plus les calculs informatiques ultérieurs à effectuer sur le spectre continu sont longs.

5 Avec les moyens actuels informatiques, il a été déterminé qu'avec un nombre  $N = 15$ , pour les différents paramètres caractéristiques mentionnés ci-dessus, il est possible d'obtenir des résultats d'indices de qualité en moins d'une minute.

Les différentes valeurs d'étalonnage  $K_i$  et  $B_0$ , peuvent être  
 10 déterminées statistiquement, soit par une régression linéaire multiple, soit, de préférence, par un calcul de type PLS ("Partial least square"). Les valeurs d'étalonnage peuvent également comprendre des corrections de pente et d'ordonnée à l'origine initiale, c'est-à-dire des constantes à  $\alpha$  et  $\beta$  à appliquer à la valeur  $V_p$  mentionnée ci-dessus, selon chaque paramètre caractéristique, selon la  
 15 formule  $\alpha \cdot V_p + \beta$ , ces constantes  $\alpha$  et  $\beta$  variant d'un appareil à l'autre, notamment pour compenser les dérives propres à chaque spectromètre interférométrique 6. Les indices de qualité sont alors calculés à partir des valeurs corrigées  $\alpha \cdot V_p + \beta$ .

Les résultats de l'analyse sont communiqués par les moyens  
 20 7 de calcul informatique à une interface utilisateur 9 comprenant des moyens 10 de lecture qui comportent des moyens d'impression d'un rapport de résultats et/ou un écran d'affichage. De préférence, les résultats sont communiqués sous la forme d'une liste des différents indices de qualité  $Q_j$  calculés. De préférence, le rapport indique également la date et/ou l'heure de l'analyse et les informations  
 25 d'identification de l'échantillon de composition de vinification analysé. L'interface utilisateur 9 comprend également avantageusement un bouton de commande 11 permettant de lancer le prélèvement de l'échantillon par l'aiguille 1, son analyse spectroscopique et le calcul des indices de qualité.

Le dispositif selon l'invention est particulièrement compact,  
 30 simple et fiable d'utilisation. Il est à noter en particulier que l'ensemble des éléments décrit ci-dessus à l'exception de l'aiguille de prélèvement 1, et de l'interface utilisateur 9 peut être intégré à l'intérieur d'un carter 12 clos.



L'utilisateur n'a qu'à placer l'aiguille de prélèvement 1 dans l'échantillon contenu dans un récipient puis à actionner le bouton de commande 11. Après une attente de quelques secondes, de l'ordre de une à deux minutes maximum, les résultats lui sont fournis par les moyens de lecture 10 sous la forme d'une liste des indices de qualité.

La figure 2 représente un organigramme d'un procédé d'analyse selon l'invention. Ce procédé comprend une étape préalable de configuration et de calibration 13 lors de laquelle on prépare le dispositif selon l'invention pour permettre son fonctionnement. Dans cette étape 13 préalable, on choisit tout d'abord les différentes paramètres caractéristiques utilisés pour caractériser la qualité d'une composition de vinification qui doit être analysée ultérieurement. Ces paramètres caractéristiques sont ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. Pour chaque paramètre caractéristique, on choisit les N bandes spectrales  $\sigma_i$ , et on détermine par calcul statistique les différentes valeurs d'étalonnage  $K_i$ ,  $B_o$  pour les différentes bandes spectrales  $\sigma_i$ , et ce en procédant à l'analyse d'une multitude de compositions de vinification dont on connaît par ailleurs les valeurs desdits paramètres caractéristiques. Ce calcul statistique préalable est effectué lors de l'étape 14. Lors de l'étape subséquente 15 on mémorise les différentes valeurs d'étalonnage  $\sigma_i$ ,  $K_i$  et  $B_o$  dans la mémoire de masse 8. Une fois cette étape 13 préalable de configuration et calibration effectuée, le dispositif est prêt à fonctionner, c'est-à-dire qu'il est prêt à réaliser l'analyse d'une composition de vinification lors de l'étape 16. Lors de cette étape 16 d'analyse, on réalise tout d'abord un prélèvement 17 de l'échantillon, puis on élabore 18 le spectre continu de cet échantillon grâce au spectromètre interféromètre par transformée de Fourier 6. A partir de ce spectre et des valeurs d'étalonnage  $\sigma_i$ ,  $K_i$  et  $B_o$  mémorisées précédemment, on calcule ensuite lors de l'étape 19 les différentes valeurs  $V_p$  des différents paramètres caractéristiques pour les différentes bandes spectrales  $\sigma_i$ . On calcule ensuite lors de l'étape 20, les différents indices de qualité  $Q_j$  à partir des différentes valeurs  $V_p$  des paramètres caractéristiques, et on délivre ces indices de qualité aux moyens de lecture 10.

Exemple :



Pour chaque paramètre caractéristique, on réalise une gamme de plusieurs échantillons, à partir de moûts ou de vins, par ajouts dosés du composé correspondant à ce paramètre caractéristique. Les échantillons réalisés, servent ensuite pour réaliser l'étape préalable de configuration et de calibration d'un dispositif selon l'invention. Les différentes analyses spectroscopiques sont réalisées par le spectromètre interféromètre FT 120 de la société FOSS FRANCE SA, et les calculs statistiques par les logiciels d'analyse statistique de spectre commercialisés avec cet appareil.

Les tableaux suivants donnent des longueurs d'ondes (en nombre de pin) délimitant les bandes spectrales  $\sigma_i$  et les coefficients  $K_i$  et  $B_o$  d'étalonnage pour les bandes spectrales  $\sigma_i$ , obtenues avec les échantillons en ajouts dosés pour chaque paramètre caractéristique. Les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$  de correction correspondant à l'appareil utilisé sont aussi donnés.

Les tableaux donnent aussi les taux de discrimination des concentrations obtenus avec le nombre de bandes spectrales  $\sigma_i$  utilisé.

En outre, les mêmes échantillons sont utilisés à nouveau pour évaluer selon l'invention leurs concentrations respectives en composé correspondant du paramètre caractéristique. Les essais sont doublés. On compare les valeurs obtenues aux valeurs correspondant aux ajouts dosés réalisés dans chaque échantillon, qui sont des valeurs théoriques. Avec ces valeurs, on obtient un écart type calculé ETC, et un coefficient de corrélation  $R^2$  également donnés dans chaque tableau.

Les mêmes essais sont effectués de façon semblable pour l'éthanal, l'arabitol, le méthyl - 3 butanol - 1, l'acétate d'isoamyle, le glycérol le 2,3 butanediol, l'acétate d'éthyle, le mannitol, le sorbitol, l'acide gluconique, et le mésoinositol.

Les mêmes résultats peuvent être aussi obtenus avec l'acide lactique, l'acide malique, l'acide tartrique, le glucose et le fructose, l'acidité totale, le pH, l'acide acétique, la teneur alcoométrique totale et la teneur en composés phénoliques.



ETHANAL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	445	K 1	102675.16746
$\sigma_2$	451	451	K 2	-123721.54770
$\sigma_3$	375	375	K 3	- 42146.44657
$\sigma_4$	359	360	K 4	- 14287.71152
$\sigma_5$	308	309	K 5	- 28381.96828
$\sigma_6$	294	295	K 6	83899.61893
$\sigma_7$	557	557	K 7	42104.33149
$\sigma_8$	263	272	K 8	- 16677.82213
$\sigma_9$	400	400	K 9	32694.87756
$\sigma_{10}$	283	284	K 10	25078.21399
$\sigma_{11}$	500	503	K 11	54137.67301
$\sigma_{12}$	390	394	K 12	- 21740.48588
$\sigma_{13}$	742	742	K 13	14944.19251
$\sigma_{14}$	299	300	K14	- 41194.49975
Taux de discrimination = 97.78 % Bo = -830.25865 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 89 Concentration variant de 0 à 1000 mg/l ETC = 38.4492 $R^2 = 0.9822$				

L'éthanal non présent initialement dans les moûts est formé

- 5 spécifiquement par les levures. Il permet de détecter la présence de levures et un début de fermentation et peut être utilisé dans l'indice de qualité  $Q_2$ .



ARABITOL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	446	K 1	34011.16421
$\sigma_2$	374	374	K 2	- 51783.46396
$\sigma_3$	448	457	K 3	- 122987.87178
$\sigma_4$	358	358	K 4	- 93391.60145
$\sigma_5$	353	353	K 5	32028.99373
$\sigma_6$	307	307	K 6	13702.96397
$\sigma_7$	295	295	K 7	53867.88537
$\sigma_8$	562	563	K 8	36605.77772
$\sigma_9$	301	302	K 9	- 81872.88535
$\sigma_{10}$	330	332	K 10	105552.06113
$\sigma_{11}$	400	400	K 11	46749.66484
$\sigma_{12}$	269	269	K 12	- 5973.89318
$\sigma_{13}$	393	393	K 13	- 39254.22277
$\sigma_{14}$	382	382	K 14	78489.74000
$\sigma_{15}$	377	378	K 15	- 53786.09915
$\sigma_{16}$	768	768	K 16	4573.32521
$\sigma_{17}$	250	252	K 17	3159.98168
$\sigma_{18}$	290	290	K 18	13594.96085
$\sigma_{19}$	384	384	K 19	- 46051.52112
$\sigma_{20}$	371	371	K 20	45257.05498
Taux de discrimination = 94.21 % $B_0 = 23.67991$ $\alpha = 1,0006$ $\beta = 0,4956$ Nombre d'échantillons = 89 Concentration variant de 0 à 350 mg/l $ETC = 19.7440$ $R^2 = 0.9593$				

L'arabitol présente les mêmes propriétés que l'éthanol, et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_2$ .



METHYL -3 - BUTANOL 1				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	445	K 1	37001.13793
$\sigma_2$	451	451	K 2	- 31825.73760
$\sigma_3$	740	740	K 3	- 11537.90703
$\sigma_4$	359	360	K 4	2750.26865
$\sigma_5$	294	294	K 5	27669.36454
$\sigma_6$	309	309	K 6	- 10792.87694
$\sigma_7$	566	568	K 7	12235.25346
$\sigma_8$	379	379	K 8	- 2020.95509
$\sigma_9$	271	271	K 9	- 3134.44842
$\sigma_{10}$	393	393	K 10	- 8172.41484
$\sigma_{11}$	399	400	K 11	- 6272.69448
$\sigma_{12}$	502	502	K 12	16729.91741
$\sigma_{13}$	265	266	K 13	- 1885.60801
$\sigma_{14}$	283	283	K 14	6328.39641
$\sigma_{15}$	326	326	K 15	- 22107.92011
Taux de discrimination = 97.28% Bo = - 308.18771 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 96 Concentration variant de 0 à 400 mg/l ETC = 19.4254 $R^2 = 0.9714$				

Le méthyl - 3 – butanol 1 présente sensiblement les mêmes propriétés que l'éthanal, et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_2$ .



ACETATE D'ISOAMYLE				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	446	K 1	8869.55722
$\sigma_2$	351	351	K 2	-4724.52417
$\sigma_3$	331	331	K 3	16284.72853
$\sigma_4$	358	358	K 4	- 13187.74050
$\sigma_5$	451	451	K 5	- 18796.27131
$\sigma_6$	378	379	K 6	- 18948.30736
$\sigma_7$	294	295	K 7	13557.03424
$\sigma_8$	567	567	K 8	- 8980.89314
$\sigma_9$	301	302	K 9	- 13349.49570
$\sigma_{10}$	308	309	K 10	2551.18673
$\sigma_{11}$	398	398	K 11	- 7997.38660
$\sigma_{12}$	683	683	K 12	- 2168.91044
$\sigma_{13}$	385	385	K 13	2529.67798
$\sigma_{14}$	393	393	K 14	- 10198.64556
$\sigma_{15}$	281	281	K 15	- 1074.13624
$\sigma_{16}$	354	354	K 16	12906.05284
$\sigma_{17}$	270	270	K 17	- 822.14254
$\sigma_{18}$	253	253	K 18	2550.37446
$\sigma_{19}$	256	256	K 19	- 2670.03048
$\sigma_{20}$	250	250	K 20	1499.44706
Taux de discrimination = 90.67 % Bo = 93.23514 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 98 Concentration variant de 0 à 100 mg/l ETC = 8.0368 $R^2 = 0.9185$				

L'acétate d'isoamyle présente les mêmes propriétés que l'éthanal, et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_2$ .



GLYCEROL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	447	447	K 1	- 51.35261
$\sigma_2$	302	302	K 2	- 50.58692
$\sigma_3$	366	366	K 3	13.52560
$\sigma_4$	353	353	K 4	8.17399
$\sigma_5$	393	396	K 5	30.39023
$\sigma_6$	741	742	K 6	49.85179
$\sigma_7$	383	384	K 7	110.81504
$\sigma_8$	390	390	K 8	254.95298
$\sigma_9$	334	334	K 9	141.55803
$\sigma_{10}$	361	362	K 10	211.46653
$\sigma_{11}$	371	371	K 11	219.53447
$\sigma_{12}$	274	276	K 12	- 28.56856
$\sigma_{13}$	769	769	K 13	- 20.34421
$\sigma_{14}$	392	392	K 14	- 89.82594
$\sigma_{15}$	450	450	K 15	21.01462
Taux de discrimination = 97.40% Bo = - 2.32923 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 55 Concentration variant de 0 à 25 000 mg/l ETC = 0.0580 $R^2 = 0.9728$				

Le glycérol présente les mêmes propriétés que l'éthanal, et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_2$ .



2,3 - BUTANEDIOL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	446	446	K 1	- 61624.13783
$\sigma_2$	566	567	K 2	115022.21030
$\sigma_3$	358	358	K 3	315082.03317
$\sigma_4$	295	295	K 4	- 25522.71367
$\sigma_5$	311	311	K 5	- 61376.66922
$\sigma_6$	352	354	K 6	- 188041.60059
$\sigma_7$	450	452	K 7	108380.73874
$\sigma_8$	400	400	K 8	- 59989.91275
$\sigma_9$	738	739	K 9	- 99409.32842
$\sigma_{10}$	378	379	K 10	256606.18712
$\sigma_{11}$	264	264	K 11	- 31295.02573
$\sigma_{12}$	258	260	K 12	15678.84745
$\sigma_{13}$	320	321	K 13	- 165106.31604
$\sigma_{14}$	331	333	K 14	121745.91275
$\sigma_{15}$	398	398	K 15	11576.64077
Taux de discrimination = 98.67% Bo = 354.21365 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 96 Concentration variant de 333 à 1350 mg/l ETC = 74.6002 $R^2 = 0.9861$				

Le 2,3 - butanediol est formé par les levures et les bactéries. Il peut être utilisé dans le calcul des indices de qualité  $Q_2$ ,  $Q_3$  et  $Q_4$ .



ACETATE D'ETHYLE				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	445	K 1	- 4022.10920
$\sigma_2$	450	450	K 2	- 65335.82429
$\sigma_3$	740	740	K 3	29242.22311
$\sigma_4$	358	358	K 4	10502.82006
$\sigma_5$	301	301	K 5	-108382.38049
$\sigma_6$	399	399	K 6	19933.58344
$\sigma_7$	308	308	K 7	41565.01236
$\sigma_8$	329	330	K 8	177242.60253
$\sigma_9$	295	295	K 9	33912.39645
$\sigma_{10}$	391	391	K 10	58902.89916
$\sigma_{11}$	260	260	K 11	24959.20375
$\sigma_{12}$	505	505	K 12	-100795.64524
$\sigma_{13}$	566	566	K 13	41291.76755
$\sigma_{14}$	269	270	K 14	-3775.18718
$\sigma_{15}$	397	397	K 15	-55403.16130
$\sigma_{16}$	377	378	K 16	-78470.10709
$\sigma_{17}$	382	382	K 17	69763.39685
$\sigma_{18}$	343	345	K 18	-102702.52928
$\sigma_{19}$	282	282	K 19	-3911.36127
$\sigma_{20}$	770	770	K 20	-10660.03193
Taux de discrimination = 96.11 % Bo = 1302.08571 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 98 Concentration variant de 0 à 500 mg/l ETC = 26.9794 $R^2 = 0.9608$				

L'acétate d'éthyle non présent initialement dans les moûts est formé spécifiquement par les bactéries acétiques et certaines levures. Il peut être utilisé dans le calcul des indices de qualité  $Q_2$  et  $Q_3$ .



MANNITOL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	446	446	K 1	-3179.89056
$\sigma_2$	566	567	K 2	5001.38528
$\sigma_3$	358	358	K 3	15593.50139
$\sigma_4$	295	295	K 4	-1886.50039
$\sigma_5$	311	311	K 5	-3637.02250
$\sigma_6$	352	354	K 6	-10007.26393
$\sigma_7$	451	451	K 7	5416.46202
$\sigma_8$	400	400	K 8	-2785.76190
$\sigma_9$	738	739	K 9	-6745.93770
$\sigma_{10}$	378	379	K 10	12399.78063
$\sigma_{11}$	264	264	K 11	-1173.32860
$\sigma_{12}$	257	260	K 12	919.95926
$\sigma_{13}$	321	321	K 13	-7657.43606
$\sigma_{14}$	331	332	K 14	6569.68872
$\sigma_{15}$	762	763	K 15	1477.56746
Taux de discrimination = 98.70% Bo = 52.25987 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 98 Concentration variant de 90 à 750 mg/l ETC = 3.7352 $R^2 = 0.9859$				

Le mannitol est formé spécifiquement par les bactéries lactiques et *Botrytis cinerea*. Il peut être utilisé dans le calcul de  $Q_1$  et  $Q_2$ .



SORBITOL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	1365	1365	K 1	-170763.92687
$\sigma_2$	1724	1724	K 2	-74236.87161
$\sigma_3$	1516	1520	K 3	17284.26311
$\sigma_4$	1388	1388	K 4	160555.50077
$\sigma_5$	1165	1165	K 5	-285759.08492
$\sigma_6$	1986	1986	K 6	25471.99288
$\sigma_7$	1404	1415	K 7	286285.44757
$\sigma_8$	1057	1057	K 8	11876.72404
$\sigma_9$	2881	2881	K 9	-505.86779
$\sigma_{10}$	1037	1037	K 10	-10572.17495
$\sigma_{11}$	1446	1446	K 11	-152242.11656
$\sigma_{12}$	1222	1222	K 12	180946.67117
$\sigma_{13}$	1496	1496	K 13	134293.16678
$\sigma_{14}$	1523	1527	K 14	-137429.76254
$\sigma_{15}$	964	964	K 15	6861.61554
Taux de discrimination = 88.50% $B_0 = 2852.12225$ $\alpha = 0,9993$ $\beta = 0,6461$ Nombre d'échantillons = 50 Concentration variant de 30 à 300 mg/l $ETC = 22.3337$ $R^2 = 0.9167$				

Le sorbitol est formé spécifiquement par *Botrytis cinerea* et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_1$ .



ACIDE GLUCONIQUE				
$\sigma_i$	DE	A	K <sub>i</sub>	
$\sigma_1$	449	449	K 1	27.59437
$\sigma_2$	352	352	K 2	-494.94507
$\sigma_3$	333	333	K 3	354.10721
$\sigma_4$	294	294	K 4	367.10310
$\sigma_5$	302	302	K 5	-157.88863
$\sigma_6$	396	397	K 6	-276.03158
$\sigma_7$	390	391	K 7	-115.88962
$\sigma_8$	365	370	K 8	2.66976
$\sigma_9$	377	377	K 9	140.25803
$\sigma_{10}$	267	268	K 10	27.71803
$\sigma_{11}$	384	384	K 11	51.07514
$\sigma_{12}$	741	741	K 12	-223.32023
$\sigma_{13}$	261	261	K 13	-67.28365
$\sigma_{14}$	372	372	K 14	-29.43258
$\sigma_{15}$	364	364	K 15	-63.25036
Taux de discrimination = 99.44 % Bo = 3.47339 $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 98 Concentration variant de 0 à 8000 mg/l ETC = 0.1692 $R^2 = 0.9955$				

L'acide gluconique est formé spécifiquement par *Botrytis*

- 5 *cinerea* et peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité Q<sub>1</sub>.



MESOINOSITOL				
$\sigma_i$	DE	A	Ki	
$\sigma_1$	445	446	K 1	-51313.80771
$\sigma_2$	450	450	K 2	-42575.49224
$\sigma_3$	740	740	K 3	-52662.13173
$\sigma_4$	358	358	K 4	-21329.77085
$\sigma_5$	301	301	K 5	-175911.52518
$\sigma_6$	399	399	K 6	-91799.02350
$\sigma_7$	308	308	K 7	24446.66022
$\sigma_8$	567	567	K 8	-3575.37646
$\sigma_9$	331	331	K 9	247459.08477
$\sigma_{10}$	295	295	K 10	43222.40578
$\sigma_{11}$	390	390	K 11	51560.39057
$\sigma_{12}$	505	505	K 12	-127663.26606
$\sigma_{13}$	260	260	K 13	49854.22008
$\sigma_{14}$	269	269	K 14	-11978.62572
$\sigma_{15}$	377	378	K 15	-59824.90209
Taux de discrimination = 94.25% $B_0 = 3246.66966$ $\alpha = 1$ $\beta = 0$ Nombre d'échantillons = 96 Concentration variant de 220 à 730 mg/l $ETC = 69.1944$ $R^2 = 0.9380$				

- Le mésoinositol est présent naturellement dans les moûts et est formé par la croissance levurienne. Il peut être utilisé dans le calcul de l'indice de qualité  $Q_5$  de fermentescibilité.

Cet exemple montre que les différents paramètres peuvent être utilisés avec une excellente fiabilité pour calculer des indices de qualité objectifs des compositions de vinification. Les coefficients de corrélation sont dans tous les cas supérieurs à 0,90 ; et même dans la plupart des cas, supérieurs à



- 0,95, et ce à partir d'un nombre d'échantillons étalons relativement faible. Les valeurs de concentrations sont obtenues selon l'invention (à partir du spectre) en moins d'une minute pour chaque échantillon, chaque indice de qualité peut par exemple être calculé par la simple somme des valeurs obtenues pour chaque
- 5 paramètre caractéristique qui le compose, et comparé à une valeur de référence d'une composition de vinification considérée comme de bonne qualité par la théorie ou la pratique œnologique.

- L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes de réalisation par rapport à la description précédente donnée uniquement à titre non
- 10 limitatif.
-



## REVENDECATIONS

1/ - Procédé d'analyse qualitative objective des compositions liquides de vinification, caractérisé en ce que :

- on réalise au préalable une étape (13) de configuration et de calibration lors de laquelle :
  - on choisit un groupe de paramètres caractéristiques susceptibles de caractériser la qualité d'une composition de vinification à analyser, et comprenant les concentrations dans la composition de vinification de composés caractéristiques choisis parmi au moins un composé formé par *Botrytis cinerea*, au moins un composé formé par les levures, au moins un composé formé par les bactéries acétiques, et au moins un composé formé par les bactéries lactiques,

- pour chaque paramètre caractéristique, on détermine et on enregistre des valeurs d'étalonnage ( $\sigma$ ,  $K_i$ ,  $B_o$ ) de critères spectroscopiques choisis pour permettre d'évaluer le paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans l'infrarouge pouvant être réalisé sur un échantillon de cette composition de vinification,

- pour chaque composition de vinification à analyser :
  - on effectue une analyse spectroscopique (17, 18) lors de laquelle on réalise un spectre continu d'absorption dans l'infrarouge d'un échantillon de cette composition de vinification,

- on applique les critères spectroscopiques de chaque paramètre caractéristique audit spectre continu de façon à évaluer par calcul automatique (19) la valeur ( $V_p$ ) de ce paramètre caractéristique dans la composition de vinification.

2/ - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le groupe de paramètres caractéristiques comprend la concentration de chacun des composés caractéristiques appartenant au groupe formé de l'acide gluconique, de l'éthanal, de l'acétate d'éthyle, de l'arabitol, du mannitol, du sorbitol, de 2,3 - butanediol, du méthyl - 3 butanol - 1, du glycérol, du mésoinositol et de l'acétate d'isoamyle.



3/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'on réalise ledit spectre continu par spectroscopie interférométrique par transformée de Fourier.

4/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les critères spectroscopiques sont choisis pour permettre d'évaluer chaque paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans le proche et le moyen infrarouge, et en ce qu'on réalise le spectre continu de chaque composition de vinification à analyser dans le proche et le moyen infrarouge.

5/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on calcule automatiquement au moins un indice de qualité ( $Q_j$ ) objectif de la composition de vinification selon une fonction de ladite valeur ( $V_p$ ) évaluée d'au moins un paramètre caractéristique pour la composition de vinification à analyser.

6/ - Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la fonction est une fonction polynomiale.

7/ - Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce qu'on calcule :

- un premier indice de qualité représentatif de l'attaque de la récolte par *Botrytis cinerea*, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide gluconique, en mannitol et en sorbitol évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,

- un deuxième indice de qualité représentatif de l'attaque par les levures, au moins en fonction de la valeur des concentrations en éthanal, en acétate d'éthyle, en arabitol, en 2,3 - butanediol, en méthyl - 3 butanol - 1, en glycérol, en mésoinositol et en acétate d'isoamyle évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,

- un troisième indice de qualité représentatif de l'attaque par les bactéries acétiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide acétique, en acétate d'éthyle et en 2,3 - butanediol évaluées à partir du spectre continu obtenu par application des critères spectroscopiques,



- un quatrième indice de qualité représentatif de l'attaque par les bactéries lactiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide lactique, en mannitol et en 2,3 - butanediol, évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,

- 5 - et un cinquième indice de qualité représentatif de la fermentescibilité, au moins en fonction de la valeur de la concentration en mésoinositol.

8/ - Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'on évalue chaque paramètre caractéristique et on calcule chaque indice  
10 de qualité ( $Q_i$ ) par calcul informatique immédiatement après avoir effectué l'étape d'analyse spectroscopique.

9/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les critères spectroscopiques comprennent pour chaque paramètre caractéristique, pour une sélection d'un nombre entier N de bandes spectrales  $\sigma_i$   
15 de longueurs d'ondes prédéterminées, la valeur de la densité spectrale de luminescence  $L_i$  dudit spectre continu, et en ce qu'on calcule une valeur  $V_p$  du paramètre caractéristique selon la formule :

$$V_p = B_o + \sum_{i=1}^N K_i L_i$$

où  $B_o$  et  $K_i$  sont des coefficients prédéterminés.

- 20 10/ - Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que N est compris entre 5 et 30.

11/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le groupe de paramètres caractéristiques comprend en outre le titre alcoométrique volumique ; la teneur totale en sucres ; l'acidité totale ; le  
25 pH ; la concentration en acide acétique ; la concentration en acide malique ; la concentration en acide tartrique ; la concentration en acide lactique ; la teneur en composés phénoliques.

12/ - Dispositif d'analyse qualitative objective des compositions liquides de vinification, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 30 - des moyens (8) de mémorisation dans lesquels sont enregistrées des valeurs d'étalonnage ( $\sigma_i$ ,  $K_i$ ,  $B_o$ ) de critères spectroscopiques pour un groupe de paramètres caractéristiques susceptibles de caractériser la



qualité d'une composition de vinification à analyser, ce groupe comprenant les concentrations dans la composition de vinification de composés caractéristiques choisis parmi au moins un composé formé par *Botrytis cinerea*, au moins un composé formé par les levures, au moins un composé formé par les bactéries acétiques, et au moins un composé formé par les bactéries lactiques, lesdits critères spectroscopiques étant choisis pour chaque paramètre caractéristique pour permettre d'évaluer le paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans l'infrarouge pouvant être réalisé sur un échantillon de cette composition de vinification,

- des moyens (1, 2, 3, 4, 6) d'analyse spectroscopique aptes à recueillir un échantillon de composition de vinification et à réaliser un spectre continu d'absorption dans l'infrarouge de cet échantillon,

- des moyens (7) de calcul adaptés pour appliquer les critères spectroscopiques de chaque paramètre caractéristique audit spectre continu et pour évaluer par calcul automatique la valeur ( $V_p$ ) de ce paramètre caractéristique dans la composition de vinification.

13/ - Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le groupe de paramètres caractéristiques comprend la concentration de chacun des composés caractéristiques appartenant au groupe formé de l'acide gluconique, de l'éthanal, de l'acétate d'éthyle, de l'arabitol, du mannitol, du sorbitol, de 2,3 - butanediol, du méthyl - 3 butanol - 1, du glycérol, du mésoinositol et de l'acétate d'isoamyle.

14/ - Dispositif selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que les moyens d'analyse (1, 2, 3, 4, 6) spectroscopique comprennent un spectromètre (6) interférométrique par transformée de Fourier.

15/ - Dispositif selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que les critères de sélection étant choisis pour chaque paramètre caractéristique pour permettre d'évaluer le paramètre caractéristique dans une composition de vinification à partir d'un spectre d'absorption dans le proche et le moyen infrarouge, et en ce que les moyens (1, 2, 3, 4, 6) d'analyse spectroscopique sont adaptés pour réaliser des spectres continus d'absorption dans le proche et le moyen infrarouge.



- 16/ - Dispositif selon l'une des revendications 12 à 15, caractérisé que les moyens (7) de calcul sont adaptés pour calculer automatiquement au moins un indice de qualité ( $Q_i$ ) objectif de la composition de vinification selon une fonction de ladite valeur ( $V_p$ ) évaluée d'au moins un paramètre caractéristique pour la composition de vinification à analyser.

17/ - Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la fonction est une fonction polynomiale.

18/ - Dispositif selon l'une des revendications 16 ou 17, caractérisé en ce que les moyens (7) de calcul sont adaptés pour calculer :

- 10 - un premier indice de qualité représentatif de l'attaque de la récolte par *Botrytis cinerea*, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide gluconique, en mannitol et en sorbitol évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- un deuxième indice de qualité représentatif de l'attaque
  - 15 par les levures, au moins en fonction de la valeur des concentrations en éthanal, en acétate d'éthyle, en arabitol, en 2,3 - butanediol, en méthyl - 3 butanol - 1, en glycérol, en mésoinositol et en acétate d'isoamyle évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- un troisième indice de qualité représentatif de l'attaque
  - 20 par les bactéries acétiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide acétique, en acétate d'éthyle et en 2,3 - butanediol évaluées à partir du spectre continu obtenu par application des critères spectroscopiques,
- un quatrième indice de qualité représentatif de l'attaque
  - 25 par les bactéries lactiques, au moins en fonction de la valeur des concentrations en acide lactique, en mannitol et en 2,3 - butanediol, évaluées à partir du spectre continu par application des critères spectroscopiques,
- et un cinquième indice de qualité représentatif de la fermentescibilité, au moins en fonction de la valeur de la concentration en mésoinositol.

- 30 19/ - Dispositif selon l'une des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que les moyens (7) de calcul sont adaptés pour évaluer chaque paramètre caractéristique et calculer chaque indice de qualité ( $Q_i$ ) par calcul



informatique immédiatement après la réalisation du spectre continu par les moyens (1, 2, 3, 4, 6) d'analyse spectroscopique, et pour délivrer les résultats de ces calculs à des moyens (10) de lecture par un utilisateur.

20/ - Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que les moyens (10) de lecture comprennent des moyens d'impression d'un rapport de résultats.

21/ - Dispositif selon l'une des revendications 12 à 20, caractérisé en ce que pour chaque paramètre caractéristique, les valeurs d'étalonnage comprennent un nombre entier N de bandes spectrales  $\sigma_i$  de longueurs d'ondes prédéterminées, et des coefficients  $K_i$  et  $B_0$ , et en ce que les moyens (7) de calcul sont adaptés pour calculer une valeur  $V_p$  du paramètre caractéristique à partir des valeurs de densité spectrale de luminescence  $L_i$  dudit spectre continu obtenues pour les N bandes spectrales  $\sigma_i$ , selon la formule :

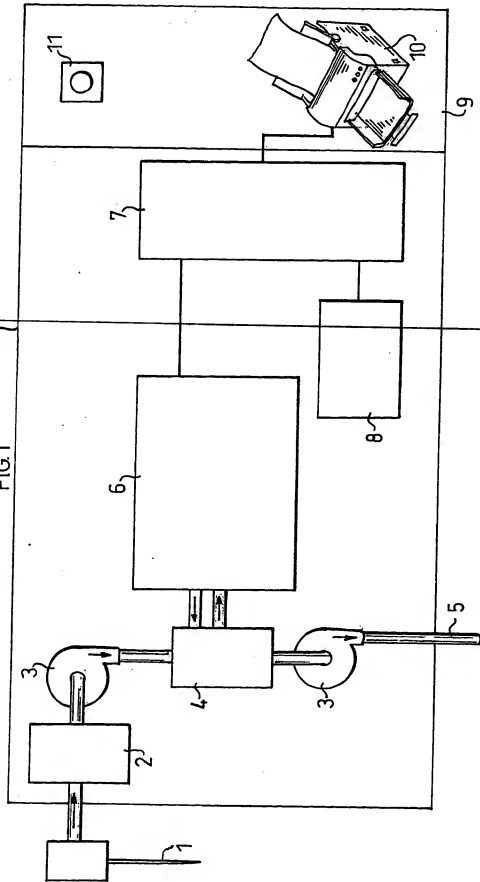
$$V_p = B_0 + \sum_{i=1}^N K_i L_i$$

22/ - Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que N est compris entre 5 et 30.

23/ - Dispositif selon l'une des revendications 12 à 22, caractérisé en ce que le groupe de paramètres caractéristiques comprend en outre le titre alcoométrique volumique ; la teneur totale en sucres ; l'acidité totale ; le pH ; la concentration en acide acétique ; la concentration en acide malique ; la concentration en acide tartrique ; la concentration en acide lactique ; la teneur en composés phénoliques.



FIG 1





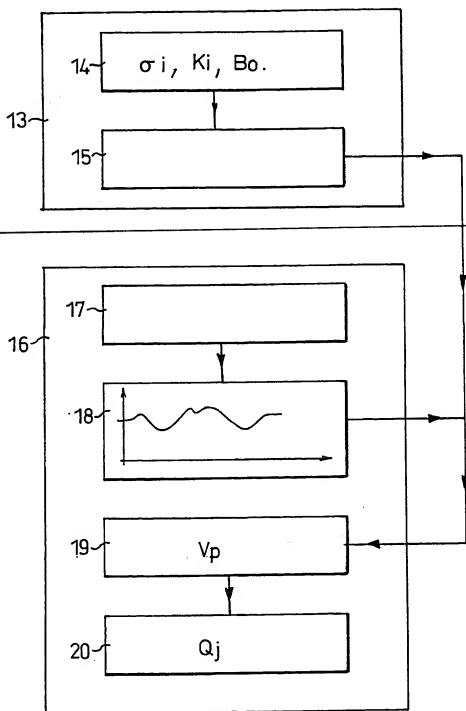


FIG 2







—